สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ฝุ่นละอองในบรรยากาศ
ATMOSPHERIC AEROSOLS

วิลาวรรณ์ คำหาญ

สารบัญ

หน้า

คำนำ
สารบัญ

บทที่ 1 บทนำ 1
แบบฝึกหัด 8
เอกสารอ้างอิง 9
บทที่ 2 บรรยากาศโลก 13
2.1 วิวัฒนาการของบรรยากาศโลก 14
2.1.1 ยุคที่หนึ่ง 15
2.1.2 ยุคที่สอง 15
2.1.3 ยุคที่สาม 16
2.2 บรรยากาศโลก 18
2.2.1 โครงสร้างของบรรยากาศโลก 22
2.3 สมบัติเชิงกายภาพของบรรยากาศโลก 26
2.3.1 ความดันและความหนา 26
2.3.2 ความหนาแน่นและมวล 27
2.4 สมบัติเชิงแสงของบรรยากาศโลก 28
2.4.1 การกระเจิง 28
2.4.2 การดูดกลืน 28
2.4.3 การปล่อยรังสี 28
2.4.4 การหักเห 29
2.5 การหมุนเวียนของบรรยากาศ 30
2.5.1 ปรากฏการณ์เอลนีโญ 30
2.5.2 ปรากฏการณ์ลานีญา 30
2.6 สรุป 32
แบบฝึกหัด 33
เอกสารอ้างอิง 34

บทที่ 3 แหล่งกำเนิดและชนิดของฝุ่นละออง 37
3.1 ฝุ่นละอองแบ่งตามแหล่งกำเนิด 38
3.1.1 ฝุ่นละอองปฐมภูมิ 38
3.1.2 ฝุ่นละอองทุติยภูมิ 38
3.2 ฝุ่นละอองแบ่งตามชั้นบรรยากาศ 40
3.2.1 ฝุ่นละอองสแตรโทสเฟียร์ 40
3.2.2 ฝุ่นละอองโทรโพสเฟียร์ 41
3.3 ฝุ่นละอองแบ่งตามขนาด 43
3.3.1 ฝุ่นละอองแบบหยาบ 43
3.3.2 ฝุ่นละอองแบบละเอียด 43
3.3.3 ฝุ่นละอองแบบละเอียดมาก 44
3.4 ฝุ่นละอองแบ่งตามกระบวนการเกิด 46
3.4.1 ฝุ่นละอองทะเล 46
3.4.2 ฝุ่นละอองเกิดจากกระบวนการเกิดไปเป็นอนุภาค 47
3.4.3 ฝุ่นละอองเปลือกโลก 49
3.4.4 ฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ 49
3.5 วิวัฒนาการของฝุ่นละออง 50
3.5.1 การจับกันเป็นก้อน 50
3.5.2 การกลืนตัวของไอสารที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน 50
3.5.3 การออกซิเดชันของสารไม่เป็นเนื้อเดียวกัน 51
3.5.4 การดูดความชื้นของอนุภาคฝุ่นละออง 51
3.5.5 กระบวนการโนเมะ 52
3.6 สรุป 54
แบบฝึกหัด 55
เอกสารอ้างอิง 56
บทที่ 4 การแจกแจงขนาดและการตกสะสมของฝุ่นละออง 61
4.1 การแจกแจงขนาดของฝุ่นละออง 62
4.1.1 การแจกแจงเชิงจำนวน 63
4.1.2 การแจกแจงเชิงพื้นที่ 64

4.1.3 การแจกแจงเชิงปริมาตร 64
4.1.4 การแจกแจงแบบล็อกนอร์มอล 65
4.2 การวัดขนาดอนุภาคฝุ่นละออง 70
4.2.1 วิธีการแพร่ 70
4.2.2 วิธีการจากแรงเฉื่อย 70
4.2.3 วิธีการกระเจิงแสง 71
4.2.4 วิธีการทางไฟฟ้า 71
4.3 การตกสะสมของฝุ่นละออง 71
4.3.1 การตกสะสมแบบแห้ง 71
4.3.2 การตกสะสมแบบเปียก 73
4.4 การกระจายตัวของฝุ่นละอองตามความสูง 76
4.5 สรุป 78
แบบฝึกหัด 79
เอกสารอ้างอิง 80
บทที่ 5 รังสีดวงอาทิตย์ 83
5.1 กำเนิดของดวงอาทิตย์ 84
5.2 โครงสร้างของดวงอาทิตย์ 85
5.2.1 แกนกลาง 86
5.2.2 เขตแผ่รังสี 87
5.2.3 เขตพาความร้อน 87
5.2.4 โฟโตสเฟียร์ 87
5.2.5 โครโมสเฟียร์ 88
5.3 สมบัติทางเวชาคณิตของรังสีดวงอาทิตย์ 91
5.3.1 ระยะทางระหว่างโลกถึงดวงอาทิตย์ 92
5.3.2 ค่าคงตัวสุริยะ 95
5.4 ความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ 95
5.5 สรุป 101
แบบฝึกหัด 103
เอกสารอ้างอิง 104

บทที่ 6 การกระเจิงแสงของฝุ่นละออง 107
6.1 ทฤษฎีของมี 109
6.2 ความลึกเชิงแสงของฝุ่นละออง 115
6.3 อิงสตรอมพารามิเตอร์ 119
6.4 สรุป 122
แบบฝึกหัด 123
เอกสารอ้างอิง 124
บทที่ 7 สมบัติเชิงแสงขององค์ประกอบของบรรยากาศ 127
7.1 ความลึกเชิงแสงและการส่งผ่าน 128
7.1.1 ความลึกเชิงแสงของโอโซน 132
7.1.2 ความลึกเชิงแสงของแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 137
7.1.3 สัมประสิทธิ์การส่งผ่านรังสีดวงอาทิตย์ของไอน้ำ 139
7.1.4 สัมประสิทธิ์การส่งผ่านรังสีดวงอาทิตย์ของแก๊สผสม 139
7.1.5 ความลึกเชิงแสงของการกระเจิงแบบเรย์ลี 141
7.2 ความขุ่นมัวของบรรยากาศ 142
7.3 สรุป 145
แบบฝึกหัด 147
เอกสารอ้างอิง 148
บทที่ 8 ผลกระทบของฝุ่นละออง 153
8.1 ผลกระทบของฝุ่นละอองต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ 154
8.1.1 อิทธิพลโดยตรงของฝุ่นละออง 158
8.1.2 สัมประสิทธิ์การกระเจิงครั้งแรกของฝุ่นละออง 158
8.1.3 อิทธิพลทางอ้อม 160
8.1.4 การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ 161
8.2 ผลกระทบของฝุ่นละอองต่อสุขภาพมนุษย์ 169
8.2.1 การป้องกันและการดูแลตนเอง 172
8.3 สรุป 173
แบบฝึกหัด 174
เอกสารอ้างอิง 175

บทที่ 9 ข้อมูลฝุ่นละออง 179
9.1 ข้อมูลภาคพื้นดิน 180
9.1.1 เครือข่ายการวัดสมบัติเชิงแสงของฝุ่นละอองอัตโนมัติ 180
9.1.2 เครื่องซันโฟโตมิเตอร์ 183
9.1.3 เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ของบรูเวอร์ 184
9.1.4 สกายเรดิโอมิเตอร์ 187
9.1.5 เครื่องไมโครทอป 188
9.2 ข้อมูลดาวเทียม 189
9.2.1 วงโคจรแบบสัมพันธ์กับดวงอาทิตย์ 190
9.2.2 วงโคจรแบบเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่าโลกหมุน 191
9.3 นาซา 192
9.4 ข้อมูลฝุ่นละอองหรือควันจากดาวเทียมจีโออีเอส 193
9.5 การรวมกันของซอฟต์แวร์และวิธีการวิเคราะห์เชิงพื้นที่กับชุดข้อมูลทางภาคพื้นดิน
โดยการโต้ตอบออนไลน์โดยการสร้างภาพและการวิเคราะห์โครงสร้างพื้นฐาน 194
9.6 สรุป 195
แบบฝึกหัด 196
เอกสารอ้างอิง 197
ภาคผนวก 199
ภาคผนวกที่ 1 201
ภาคผนวกที่ 2 203
บรรณานุกรม 207
ดัชนี 227
ประวัติผู้เขียน 230